

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 5 0 1 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 9 5 0 1 2]

出 願 人 日 本 板 硝 子 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 5 9 4 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY20021576

【提出日】 平成14年10月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/293

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本板硝子
株式会社 内

【氏名】 田中 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本板硝子
株式会社 内

【氏名】 福澤 隆

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本板硝子
株式会社 内

【氏名】 橘高 重雄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本板硝子
株式会社 内

【氏名】 レアンドレ ド カストロ

【特許出願人】

【識別番号】 000004008

【氏名又は名称】 日本板硝子 株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908293

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フィルタモジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1つのレンズと、3本の光ファイバと、光学フィルタと、ミラーとを備えたフィルタモジュールであって、前記3本の光ファイバが前記レンズに対して一方向に設置されていることを特徴とするフィルタモジュール。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のフィルタモジュールにおいて、前記レンズは屈折率分布型ロッドレンズであって、前記ロッドレンズの一方の端面には光学フィルタがコーティングされており、他方の端面には前記3本の光ファイバが設置されていることを特徴とするフィルタモジュール。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載のフィルタモジュールにおいて、前記3本の光ファイバは、当該光ファイバを通して保持するための貫通孔を有するキャピラリに保持されていることを特徴とするフィルタモジュール。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のフィルタモジュールにおいて、前記貫通孔はその断面形状が略正三角形であって、前記3本の光ファイバは互いに接するよう集束されており、前記貫通孔に通したときに、前記略正三角形の各々の一辺が、各々2本の光ファイバと接するように、前記3本の光ファイバが前記キャピラリに保持されていることを特徴とするフィルタモジュール。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載のフィルタモジュールにおいて、前記ミラーは波長無依存性の全反射ミラー付基板であって、前記光学フィルタと対向して設置されていることを特徴とするフィルタモジュール。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載のフィルタモジュールにおいて、前記ミラーは波長選択性透過膜であって、前記光学フィルタと対向して設置され、前記波長選択性透過膜に対向して一組のファイバコリメータが備えられていることを特徴とするフィルタモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分割多重（WDM）や高密度波長分割多重（DWDM）伝送方

式等の光通信システムに好適な分波・合波モジュールとして構成されるフィルタモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、光通信システムでは、光ファイバを伝送されてきた波長多重信号を各波長域毎に分波（分離）する分波モジュールや、波長の異なる複数の光信号を一本の光ファイバに合波（結合）する合波モジュールが数多く用いられる（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

従来、特定の1つの波長域の光信号を分波・合波することが可能なフィルタモジュールとして、図10に示すような3ポートのフィルタモジュールが用いられている。

【0004】

図10に示すように、このフィルタモジュールは、単芯光ファイバコリメータ（以下「単芯FC」という。）71と、2芯光ファイバコリメータ（以下「2芯FC」という。）72と、両FC71、72を一体に保持する円筒状のチューブ73とを備えている。

【0005】

単芯FC71は、1本の光ファイバ75を保持する単芯キャピラリ76と、屈折率分布型ロッドレンズ77と、これら両部材を一体に保持するチューブ78とを備えている。単芯キャピラリ76とロッドレンズ77の対向する各端面はそれぞれ傾斜面に研磨されている。単芯キャピラリ76とロッドレンズ77は、軸合わせや角度ずれについて調芯され、この調芯された位置を保つようにチューブ78内に接着剤でそれぞれ固定されている。

【0006】

一方、2芯FC72は、2本の光ファイバ80、81を保持する2芯キャピラリ82と、屈折率分布型ロッドレンズ83とを備えている。2芯キャピラリ82とロッドレンズ83の対向する各端面はそれぞれ傾斜面に研磨されている。2芯キャピラリ82とロッドレンズ83は、軸合わせについて調芯され、この調芯さ

れた位置を保つように、両傾斜面の隙間に環状に塗布された接着剤 85 で接合されている。さらに、その接合部は、同接合部を覆う補強用の接着剤 86 で接合されていることもある。さらにまた、2 芯キャピラリ 82 の端部には、短いチューブ 84 が嵌合されている。

【0007】

このようにして両 FC 71、72 を作製した後、2 芯 FC 72 の前面、すなわちロッドレンズ 83 の端面に軸合わせや角度ずれについて調芯され、この調芯された位置を保つように、波長選択性透過膜付基板（フィルタ）87 が接着剤 90 で接合される。さらに、その接合部は、同接合部を覆う補強用の接着剤 91 で接合されていることもある。

【0008】

この後、両 FC 71、72 相互の軸合わせや角度ずれについて調芯され、この調芯された位置を保つように、両 FC 71、72 がチューブ 73 内に接着剤 92 で接合される。

【0009】

当該チューブ 73 の両側の開口端は、両 FC 71、72 の端面と揃えられている。そして、それぞれの端面には、前記光ファイバ 75 および前記光ファイバ 80、81 を保持するように、樹脂製の接着剤 88 が塗布されている。こうして図 10 に示すフィルタモジュールができあがる。

【0010】

このように構成されたフィルタモジュールによれば、波長多重された光信号は前記 2 芯 FC 72 に備えられた 2 本の光ファイバ 80、81 中の片方の光ファイバ（例えば光ファイバ 80）から入出力され、他方の光ファイバ（本例では光ファイバ 81）からは、フィルタ 87 で反射される波長帯域の光信号が入出力される。また、フィルタ 87 を選択透過する波長帯域の光信号は、単芯 FC 71 に備えられた光ファイバ 75 から入出力される。

【0011】

【特許文献 1】

特表平 10-511476 号公報（図 11）

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記従来のフィルタモジュールでは、以下のような問題点がある。

(1) フィルタモジュールのサイズが大きい。また、3つのポートがモジュールの両端に別れて配置されている。このため、複数個のフィルタモジュールをカスケードに接続してマルチチャネルの分波・合波ユニットを製作するような場合、個々のフィルタモジュールとそれらを接続する光ファイバとを配線するのに大きなスペースが必要になる。すなわち、光ファイバを曲げることによって配線を行なう場合には、その光ファイバが折れて破損しないように、十分に大きな（例えば、30ミリメートル以上の）曲率半径の確保できるスペースが必要となる。したがって、製作するマルチチャネルの分波・合波ユニットのサイズが大きくなってしまい、これを小さくすることが困難である。

【0013】

(2) 部品点数が多い。このため、製造コストが増大している。

(3) 調芯・固定工程が多い。すなわち、以下に示す(a)～(c)の調芯・固定工程が必要である。(a)単芯FC71を作製するのに、光ファイバ75とロッドレンズ77を調芯して固定する工程。(b)2芯FC72を作製するのに、2芯キャピラリ82とロッドレンズ83を調芯して固定する工程。(c)単芯FC71と2芯FC72をチューブ73内に固定する際に、両FC71, 72を調芯してチューブ73に固定する工程。そしてさらに、(d)ロッドレンズ83の端面にフィルタ87を接合する際に、ロッドレンズ83にフィルタ87を調芯して固定する工程を設ける場合もある。このように、調芯・固定工程が3回乃至4回必要であることから、製造に時間がかかり、製造コストが増大してしまうとともに、フィルタモジュールの製品特性の信頼性が低くなってしまう。

【0014】

本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたものであり、その目的は、構成の簡略化および製造の容易化をはかり、小型で安価であり、かつ信頼性の高いフィルタモジュールを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、1つのレンズと、3本の光ファイバと、光学フィルタと、ミラーとを備えたフィルタモジュールであって、前記3本の光ファイバが前記レンズに対して一方向に設置されていることを要旨としている。

【0016】

請求項1に記載の発明によれば、1つのレンズで構成されているため、フィルタモジュールのサイズが小さくて済むという効果がある。

また、3本の光ファイバをレンズに対して一方向に備えているので、前記光ファイバに光信号の入出力を行う3つのポートをすべてフィルタモジュールの片方の端部に揃えることができる。

【0017】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のフィルタモジュールにおいて、前記レンズは屈折率分布型ロッドレンズであって、前記ロッドレンズの一方の端面には光学フィルタがコーティングされており、他方の端面には前記3本の光ファイバが設置されていることを要旨としている。

【0018】

請求項2に記載の発明によれば、ロッドレンズの一方の端面上に直接光学フィルタが設けられているので、ロッドレンズと光学フィルタを調芯・固定する必要がない。このため、フィルタモジュール組立の工程が簡略化される。

【0019】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のフィルタモジュールにおいて、3本の光ファイバは、当該光ファイバを通して保持するための貫通孔を有するキャピラリに保持されていることを要旨としている。

【0020】

請求項3に記載の発明によれば、前記3本の光ファイバはキャピラリに設けられた貫通孔に通され、保持されているので、フィルタモジュールを作製する際に3本の光ファイバを一度に取り扱うことができる。

【0021】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載のフィルタモジュールにおいて、前記貫通孔はその断面形状が略正三角形であって、前記 3 本の光ファイバは互いに接するように集束されており、前記貫通孔に通したときに、前記略正三角形の各々の一辺が、各々 2 本の光ファイバと接するように、前記 3 本の光ファイバが前記キャピラリに保持されていることを要旨としている。

【0022】

請求項 4 に記載の発明によれば、前記 3 本の光ファイバは互いに最も近接した位置で保持される。これによりフィルタモジュールに入力される光信号の強度に対して、当該フィルタモジュールから出力される光信号の強度の低下を少なくすることができる。

【0023】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のフィルタモジュールにおいて、前記ミラーは波長無依存性の全反射ミラー付基板であって、前記光学フィルタと対向して設置されていることを要旨としている。

【0024】

請求項 5 に記載の発明によれば、前記ミラーは波長無依存性の全反射ミラー付基板で構成されているため、前記 3 本の光ファイバの内、特定の 1 本を波長多重信号が入出力される第 1 の信号ポートとし、別の 1 本の光ファイバを前記光学フィルタで反射される波長帯域の光信号が入出力される第 2 の信号ポートとし、残りの 1 本の光ファイバを前記光学フィルタを透過した後、前記ミラーで反射される波長帯域の光信号が入出力される第 3 の信号ポートとすることによって、2 種類の波長帯域の光信号を分波・合波する機能を有するようにフィルタモジュールを構成することができる。

【0025】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のフィルタモジュールにおいて、前記ミラーは波長選択性透過膜であって、前記光学フィルタと対向して設置され、前記波長選択性透過膜に対向して一組のファイバコリメータが備えられていることを要旨としている。

【0026】

請求項6に記載の発明によれば、前記ミラーは波長選択性透過膜で構成されており、一組のファイバコリメータが備えられているため、前記3本の光ファイバの内、特定の1本を波長多重信号が入出力される第1の信号ポートとし、別の1本の光ファイバを前記光学フィルタで反射される波長帯域の光信号が入出力される第2の信号ポートとし、残りの1本の光ファイバを前記光学フィルタを透過した後、前記ミラーで反射される波長帯域の光信号が入出力される第3の信号ポートとし、さらに前記ファイバコリメータを前記光学フィルタと前記波長選択性透過膜との両方を透過する波長帯域の光信号が入出力される第4の信号ポートとすることによって、3種類の波長帯域の光信号を分波・合波する機能を有するような4ポートのフィルタモジュールを構成することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

以下、本発明を3ポートのフィルタモジュールに具体化した第1実施形態を図1～図3に基づき説明する。

【0028】

図1は第1実施形態のフィルタモジュールの概略構成を示す断面図である。

図1に示すように、フィルタモジュール1は、光ファイバチップ10と、当該光ファイバチップ10の光出射面に対して調芯して配置されるレンズとしての屈折率分布型ロッドレンズ20を備える。又、フィルタモジュール1は、前記ロッドレンズ20の端面に対して調芯して配置されるミラーとしての波長無依存性全反射ミラー付基板（以下単に「ミラー」という。）30とアウターチューブ40を備える。

〔光ファイバチップ10〕

前記光ファイバチップ10は、3本の光ファイバ11, 12, 13と、キャピラリ14とを備えている。図2に示すように、キャピラリ14には、貫通孔15が形成され、その貫通孔15に前記3本の光ファイバ11, 12, 13が挿入されている。そして、貫通孔15に挿入された3本の光ファイバ11, 12, 13は、接着剤にて固定され保持されている。前記キャピラリ14は円柱形状をした

ガラス製であり、その円柱の直径は約 1.8 ミリメートルである。また前記キャピラリ 14 の一端面は、前記光ファイバ 11, 12, 13 の端面と揃えられており、円柱の軸方向と垂直な平面に対して所定角度（例えば 8 度）傾斜して研磨された斜め面 14 a になっている。そして、図 3 に示すように、その斜め面 14 a 上には、反射防止膜（AR 膜）16 が形成されている。すなわちこの AR 膜 16 は、傾斜して研磨された前記キャピラリ 14 の斜め面 14 a 上と、前記 3 本の光ファイバ 11, 12, 13 の端面上とに、同時に形成されている。なお、この AR 膜 16 の光の反射率は 0.2% 以下である。

【0029】

図 2 は本実施形態に係る光ファイバチップ 10 の概略構成を示す断面図である。

図 2 に示すように、前記 3 本の光ファイバ 11, 12, 13 はいずれも断面が円形であり、互いに外接するように集束された状態で前記貫通孔 15 に挿入されている。また、前記貫通孔 15 の断面形状は略正三角形であり、この略正三角形の各辺は当該貫通孔 15 に挿入されている前記 3 本の光ファイバ 11, 12, 13 のうち、各々 2 本の光ファイバと接している。そして、この貫通孔 15 は、保持している前記 3 本の光ファイバ 11, 12, 13 のうち、2 本の光ファイバ（本実施形態では光ファイバ 11, 12）の接点の位置が、前記キャピラリ 14 の円柱の中心軸の位置となるように、前記キャピラリ 14 を貫通している。

【ロッドレンズ 20】

本実施形態では前記ロッドレンズ 20 の直径は 1.8 ミリメートルであり、蛇行周期は 0.25 ピッチである。

【0030】

図 1 及び図 3 に示すように、前記ロッドレンズ 20 の一端面はその光軸と垂直な平面に対して所定角度（例えば 8 度）傾斜して研磨された斜め面 20 a になっている。そして前記ロッドレンズ 20 の他端面は光軸に垂直に研磨された平坦面 20 b になっている。

【0031】

ロッドレンズ 20 の前記斜め面 20 a 上には、反射防止膜（AR 膜）21 が形成されている。本実施形態では、この AR 膜 21 の光の反射率は 0.2% 以下で

ある。

【0032】

また、前記ロッドレンズ20の平坦面20b上には、光学フィルタとしての波長選択性透過膜（以下「干渉膜フィルタ」という。）22が形成されている。

本実施形態では、この干渉膜フィルタ22は、光通信で使用する光の波長領域で数ナノメートルから数十ナノメートルの特定波長帯域 λ_1 の光を透過し、 λ_1 以外の波長帯域 λ_2 の光を反射するバンドパスフィルタである。

【0033】

前記光ファイバチップ10と前記ロッドレンズ20は、前記キャピラリ14の斜め面14aと、前記ロッドレンズ20の斜め面20aとを対向させて、軸合わせや角度ずれについて調芯され、この調芯された位置を保つように、両斜め面14a、20aの隙間に環状に塗布された接着剤23で接合されている。

【0034】

本実施形態では当該接着剤23として、粘性が高くノンフィラーの紫外線硬化型の樹脂接着剤を用いている。これにより前記接着剤23が、前記両斜め面14a、20aの中央付近の光路内に入り込むのを防ぎながら接合している。

【0035】

さらに、前記接合部は、同接合部を覆う補強用の接着剤24で接合されている。

本実施形態では当該接着剤24としては熱硬化性のエポキシ樹脂系接着剤を用いており、接合後空気雰囲気下において100℃で6時間加熱されている。これにより、前記光ファイバチップ10と前記ロッドレンズ20は固着されている。

【ミラー30】

本実施形態では前記ミラー30はガラス製の厚さ1ミリメートルの基板上に、波長無依存性を有する誘電体薄膜の多層膜を形成したものであり、光の反射率は光通信に使用する波長領域の光に対して99.5%以上である。

【0036】

図3に示すように、ミラー30は、前記ロッドレンズ20の平坦面20b上に調芯され、その調芯された位置を保つように、前記平坦面20bに対して所定の

間隔において環状に塗布された接着剤 31 にて接合されている。

【0037】

本実施形態では当該接着剤 31 として、粘性が高くノンフィラーの紫外線硬化型の樹脂接着剤を用いている。これにより前記接着剤 31 が、前記平坦面 20b とミラー 30 の中央付近の光路内に入り込むのを防ぎながら接合している。

【0038】

さらに、この接合部は、同接合部を覆う補強用の接着剤 32 で接合されている。これにより、フィルタモジュール 1 のコアモジュール 2 が構成されている。

次に、上記のコアモジュール 2 を組み立てる際の 2 種類の調芯・固定作業について、図 3 に基づいて簡単に説明する。

【0039】

図 3 は前記コアモジュール 2 の概略構成を示す断面図である。

先ず、前記ロッドレンズ 20 と前記キャピラリ 14 とを、同ロッドレンズ 20 と前記光ファイバ 12 とを調芯した上で、固定する作業では、波長多重（例えば $\lambda 1 + \lambda 2$ ）の光信号を前記光ファイバ 11 に、図 3 で矢印で示すように、入力する。この入力された光は、ロッドレンズ 20 内を透過して干渉膜フィルタ 22 に達する。当該干渉膜フィルタ 22 は、ある特定波長帯域（例えば $\lambda 1$ ）の光を透過する。一方 $\lambda 1$ 以外の波長帯域 $\lambda 2$ の光は、図 3 で一点鎖線で示すように反射される。このとき、光ファイバ 11 から入力される光及び干渉膜フィルタ 22 によって反射される光は双方ともロッドレンズ 20 の中心軸に近い部分を透過するほど光量のロスが少ない。

【0040】

本実施形態では、図 2 に示すように前記光ファイバ 11 と前記光ファイバ 12 とは、前記キャピラリ 14 の中心軸の位置で接した状態で保持されている。このため、このキャピラリ 14 の中心軸と前記ロッドレンズ 20 の中心軸が、ほぼ同軸になるように両者の位置調整をすることができる。これによって、前記ロッドレンズ 20 内を透過する光の光量のロスを最小限にすることができる。

【0041】

そして、前記波長帯域 $\lambda 2$ の反射光が前記光ファイバ 12 に最も良く（最大の

光量が) 入射するように、前記キャピラリ 14 と前記ロッドレンズ 20 の角度及び位置を調整して両者を固定する。従って、図 3 に示すように、前記光ファイバ 12 から前記波長帯域 $\lambda 2$ の反射光が出力される。

【0042】

次に、ロッドレンズ 20 とミラー 30 とを、当該ミラー 30 と前記光ファイバ 13 とを調芯した上で固定する作業では、波長多重 (例えば $\lambda 1 + \lambda 2$) の光信号を前記光ファイバ 11 に入力する。この入力された光はロッドレンズ内を透過して前記干渉膜フィルタ 22 に達する。そして、この干渉膜フィルタ 22 で選択された特定波長帯域 (例えば $\lambda 1$) の光は、図 3 に波線で示すように同干渉膜フィルタ 22 を透過して前記ミラー 30 に到達する。この波長帯域 $\lambda 1$ の光は、前記ミラー 30 で反射され、再び前記干渉膜フィルタ 22 を透過してロッドレンズ 20 に入射される。このとき入射される光もまた、ロッドレンズ 20 の中心軸に近い部分を透過するほど光量のロスが少ない。

【0043】

本実施形態では、図 2 に示すように前記光ファイバ 13 と前記光ファイバ 11 とは、前記キャピラリ 14 に設けられた略正三角形の貫通孔の中で、互いに接した状態で保持されている。つまり前記光ファイバ 13 は前記光ファイバ 11 に最も近い接した位置にあり、かつ前記キャピラリ 14 の中心軸に対して前記光ファイバ 12 の次に近い位置で保持されている。このため、前記ロッドレンズ 20 内を透過する前記反射光の光量のロスを最小限にすることができる。

【0044】

次に、前記波長帯域 $\lambda 1$ の入射光が前記光ファイバ 13 に最も良く (最大の光量が) 入射するように、前記ミラー 30 の角度及び位置を調整して、前記ロッドレンズ 20 の平坦面 20b 上に固定する。その結果、前記ミラー 30 で反射される光のロスを最小限にして、図 3 に示すように、前記光ファイバ 13 から出力することができる。

【0045】

このようにして調芯された前記コアモジュール 2 は、前記光ファイバ 11 に波長多重信号を入力すると、前記干渉膜フィルタ 22 で選択される波長帯域 $\lambda 1$ の

選択信号が前記光ファイバ13から出力され、 $\lambda 1$ 以外の波長帯域 $\lambda 2$ の非選択信号が光ファイバ12から出力される分波モジュールとしての機能を有している。

【0046】

また、同時に、このコアモジュール2は、前記光ファイバ13に前記干渉膜フィルタ22で選択透過する波長帯域 $\lambda 1$ の光信号を入力し、前記光ファイバ12に $\lambda 1$ 以外の波長帯域 $\lambda 2$ の光信号を入力する。すると、このコアモジュール2は、これら2つの波長帯域 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を結合した波長帯域($\lambda 1 + \lambda 2$)の光信号を光ファイバ11から出力する合波モジュールとしての機能を有している。

【0047】

図1に示すとおり、上記のようにして構成された前記コアモジュール2は、前記キャピラリ14にホルダ25が嵌合固定され、そのホルダ25を嵌合固定した状態で前記アウターチューブ40に嵌合されている。

【0048】

当該アウターチューブ40の一方の開口端は、前記コアモジュール2の端と揃えられており、その端面には、接着剤33が塗布されている。そして、この接着剤33によって、前記光ファイバ11、12、13が保持されている。また、前記アウターチューブ40の他方の開口端には、金属製あるいはプラスチック製のエンドキャップ41が取り付けられている。

【0049】

これにより、フィルタモジュール1が構成されている。

このようにして構成されたフィルタモジュール1は、光ファイバ11を波長多重信号が入出力される第1の信号ポートP1とし、光ファイバ12を前記干渉膜フィルタ22で反射される波長帯域 $\lambda 2$ の光信号が入出力される第2の信号ポートP2とする。又、フィルタモジュール1は、光ファイバ13を前記干渉膜フィルタ22を透過する波長帯域 $\lambda 1$ の光信号が入出力される第3の信号ポートP3とする。これによって、フィルタモジュール1は、2種類($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)の波長帯域の光信号を分波・合波する機能を有する。

【0050】

以上のように構成された実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

(1) 1つの屈折率分布型ロッドレンズ20で構成されているため、フィルタモジュール1のサイズが小さくて済むという効果がある。また、フィルタモジュール1を構成する部品数が少なく済み、安価なモジュールを作製することができる。

【0051】

(2) 3本の光ファイバ11, 12, 13を保持する光ファイバチップ10でフィルタモジュール1を構成しているので、光信号の入出力を行う3つのポートがすべてフィルタモジュール1の片方の端部に揃えられる。このため、図4に示すように、複数個のフィルタモジュール1をカスケードに接続してマルチチャンネルの分波・合波ユニット8を製作する場合、個々のフィルタモジュール1を接続する光ファイバの配線が容易になり、大きなスペースを必要としなくなる。また、図4に示すように、マルチチャンネルの分波・合波ユニット8に対して光信号を入出力するための入出力ポートP0～P8の位置を揃えることが容易になる。このため、製作するマルチチャンネルの分波・合波ユニットのサイズを小さくすることができる。

【0052】

(3) 一端面に干渉膜フィルタ22が形成された1つのロッドレンズ20と、ミラー30とを備えた。従って、上記従来技術で行っている2つの上記調芯・固定工程(a)および(d)、すなわち2つ目のFCを作製するのに光ファイバとロッドレンズを調芯して固定する工程(a)および、2つのFCをチューブ内に調芯して固定する工程(d)が不要になる。その結果、その分製造時間がさらに短縮されて製造コストの低減ができるとともに、モジュール化が容易になり、フィルタモジュールの製品特性の信頼性が向上する。

【0053】

なお、発明の実施の形態は、上記実施形態に限定されるものではなく、以下のように実施してもよい。

・上記実施形態では、前記ミラー30は前記ロッドレンズ20の平坦面20b上に接合して、コアモジュール2を構成しているが、図5に示すように構成して

もよい。図5はコアモジュールの別例を示す概略構成図である。

【0054】

すなわち、図5に示すように、前記ロッドレンズ20をホルダ50に嵌合させて固定し、そのホルダ50の環状端面50a上に、前記ミラー30が調芯されて、その調芯された位置を保つように接着剤31で接合してコアモジュール4を構成してもよい。

【0055】

このように構成したコアモジュール4では、ミラー30をホルダ50の環状端面50a上に接合しているので、前記接着剤31がロッドレンズ20の平坦面20bの表面に付着することがなくなり、光信号の光路を十分に確保することができる。

【0056】

・上記実施形態では、前記キャピラリ14に設けられた貫通孔15の断面形状は略正三角形としているが、長方形としてもよい。

図6は、キャピラリ14に、断面形状を長方形とした貫通孔55を形成した光ファイバチップ10の断面図である。

【0057】

図6に示すように、一列に集束された3本の光ファイバ11, 12, 13は、長方形の形状をした貫通孔55に内接して、保持されている。また、一列に集束された3本の光ファイバ11, 12, 13のうち、中央に位置する光ファイバ（本例では光ファイバ13）の光軸は、キャピラリ14の円柱の中心軸と合っている。

【0058】

このように構成した光ファイバチップ10では、一列に集束された3本の光ファイバの両端の2本のうち、片方の光ファイバ（本例では光ファイバ11）を波長多重信号を入出力するための第1の信号ポートP1とし、他方の光ファイバ（本例では光ファイバ12）を第2の信号ポートP2として調芯作業が行われる。そして、ロッドレンズとキャピラリ14が接合される。続いて、中央に位置する光ファイバ13を第3の信号ポートP3として調芯作業が行われ、ロッドレンズ

とミラーとが接合される。

【0059】

・上記実施形態では、前記キャピラリ 14 には 1 つの貫通孔を設けて 3 本の光ファイバを保持しているが、2 本の光ファイバを保持することのできる貫通孔や 1 本の光ファイバを保持する貫通孔を設けてもよい。すなわち、2 本の光ファイバを保持するための 1 つの貫通孔と 1 本の光ファイバを保持するための 1 つの貫通孔を設けたり、1 本の光ファイバを保持するための貫通孔を 3 つ設けてもよい。

【0060】

・上記実施形態では、ミラーとして波長無依存性全反射ミラー付基板（ミラー 30）を用いているが、本発明はこれに限定されず、波長選択性透過膜付基板（以下単に「フィルタ基板」という。）を用いてもよい。すなわち、図 1 に示す実施形態の前記ミラー 30 の位置に、フィルタ基板を備えた 3 ポートのフィルタモジュールのコアモジュールとしてもよい。

【0061】

このように構成したコアモジュールでは、前記フィルタ基板を選択透過する波長帯域の光を入出力するための新たな第 4 の信号ポート P4 を備えた 4 ポートのフィルタモジュールを構成することができる。

【0062】

図 7 は、このようにして構成した 4 ポートのフィルタモジュール 5 の一例を示す概略構成図である。また図 8 は、図 7 に示すフィルタモジュール 5 用いて構成した 4 ポートのフィルタユニット 9 の概略構成図である。図 7 に示すように、4 ポートのフィルタモジュール 5 は、図 1 に示す実施形態の前記ミラー 30 の位置に、フィルタ基板 53 を備えた 3 ポートのフィルタモジュールのコアモジュール 2 を備えている。

【0063】

また、4 ポートのフィルタモジュール 5 は上記従来技術の単芯 FC71 と、アウターチューブ 40 とを備えている。前記コアモジュール 2 と単芯 FC71 とは、相互の軸合わせや角度ずれについて調芯され、この調芯された位置に保つよう

に前記アウターチューブ 40 内に各々接着固定されている。

【0064】

このように構成された前記 4 ポートのフィルタモジュール 5 を用いて構成した 4 ポートのフィルタユニット 9 は、光ファイバ 11 を波長多重信号を入出力するための第 1 の信号ポート P1 とする。又、フィルタユニット 9 は、光ファイバ 12 を前記干渉膜フィルタ 22 で反射される波長帯域 $\lambda 2$ の光信号を入出力するための第 2 の信号ポート P2 とする。さらに、フィルタユニット 9 は、光ファイバ 13 を前記干渉膜フィルタ 22 を選択透過するが前記フィルタ基板 53 では反射される波長帯域 $\lambda 3$ の光信号を入出力するための第 3 の信号ポート P3 とする。さらにまた、フィルタユニット 9 は、光ファイバ 75 を干渉膜フィルタ 22 およびフィルタ基板 53 の両方を選択透過する波長帯域 $\lambda 4$ の光信号を入出力するための第 4 の信号ポート P4 とする。これによって、フィルタユニット 9 は、3 種類 ($\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$) の波長帯域の光信号を分波・合波する機能を有する。

【0065】

従来、このような機能を有する 4 ポートのフィルタユニットを構成するためには、図 9 に示すように、従来技術の 3 ポートフィルタモジュール 70 を 2 個接続しなければならなかった。しかし、図 8 に示す 4 ポートフィルタユニット 9 では 1 つのモジュールで済むため、ユニットの小型化、低価格化が可能になるという効果を有する。

【0066】

上記第 1 実施形態では、干渉膜フィルタ 22 としてバンドパスフィルタを用いているが、本発明はこれに限定されずエッジフィルタや TAP を用いてもよい。要するに波長選択性を有する光学フィルタであればよい。

【0067】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1～6 に記載の発明によれば、フィルタモジュールの構成が簡略化されるため、小型で安価なフィルタモジュールを提供することができる。加えてフィルタモジュール製造の容易化がはかれ、信頼性の高いフィルタモジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施形態に係るフィルタモジュールの概略構成を示す断面図。

【図2】 実施形態に係る光ファイバチップの概略構成を示す断面図。

【図3】 実施形態に係るコアモジュールの概略構成を示す断面図。

【図4】 複数個のフィルタモジュールで構成したマルチチャンネルの分波・合波ユニットの概略構成図。

【図5】 コアモジュールの別例の概略構成を示す断面図。

【図6】 光ファイバチップの別例の概略構成を示す断面図。

【図7】 フィルタモジュールの別例の概略構成を示す断面図。

【図8】 フィルタモジュールの別例によって構成される4ポートのフィルタユニットの概略構成図。

【図9】 従来の3ポートフィルタモジュールによって構成される4ポートのフィルタユニットの概略構成図。

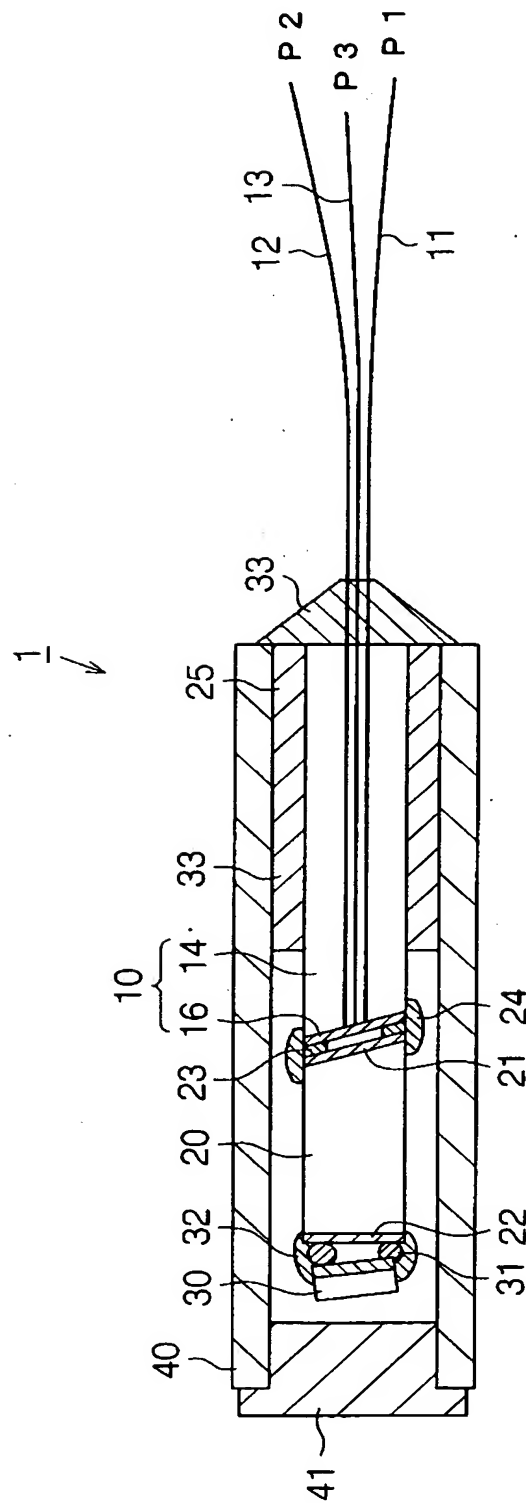
【図10】 従来の3ポートフィルタモジュールの概略構成を示す断面図。

【符号の説明】

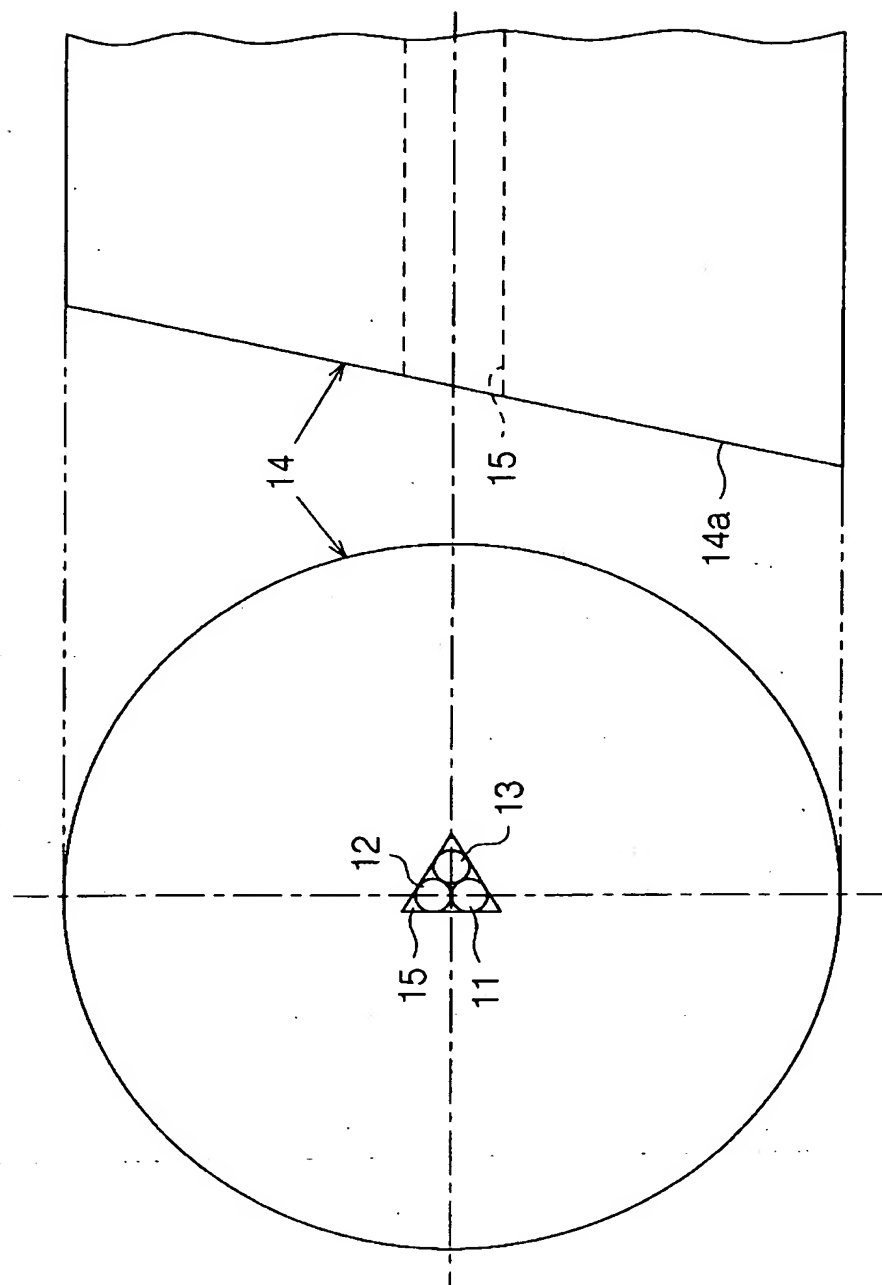
- 1, 5 フィルタモジュール
- 10 光ファイバチップ
- 11, 12, 13 光ファイバ
- 14 キャピラリ
- 15, 55 貫通孔
- 20 屈折率分布型ロッドレンズ
- 22 波長選択性透過膜（干渉膜フィルタ）
- 25 ホールダ
- 30 光学薄膜付基板としての波長無依存性全反射ミラー付基板（ミラー）
- 40 アウターチューブ
- 41, 42 エンドキャップ

【書類名】 図面

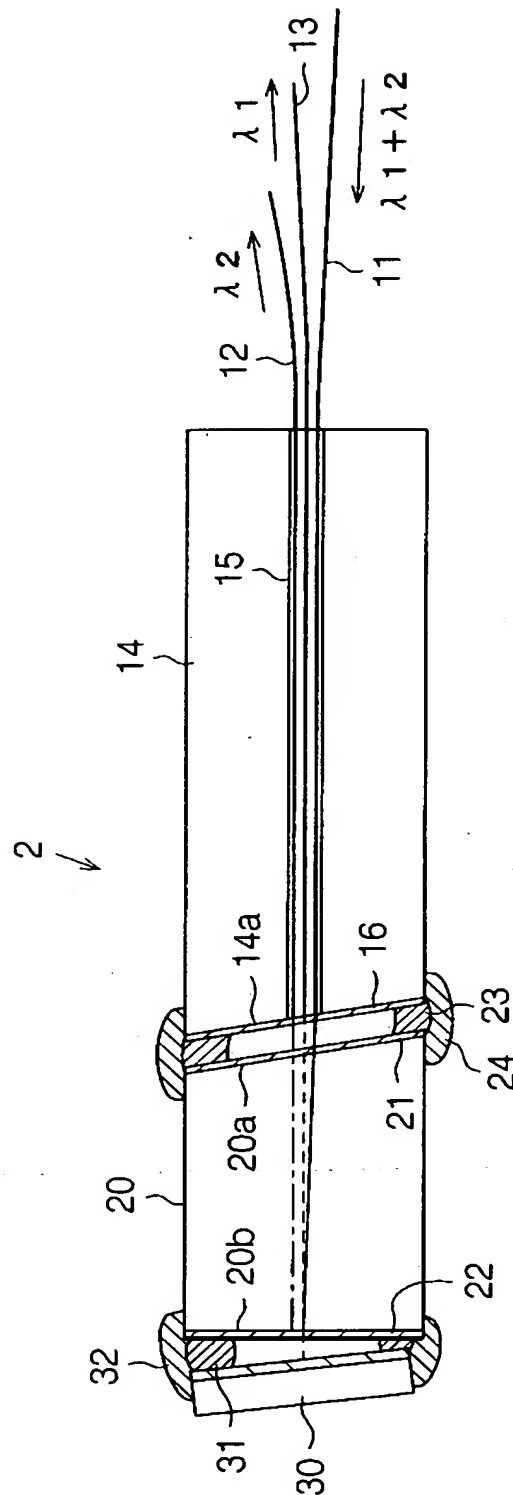
【図 1】



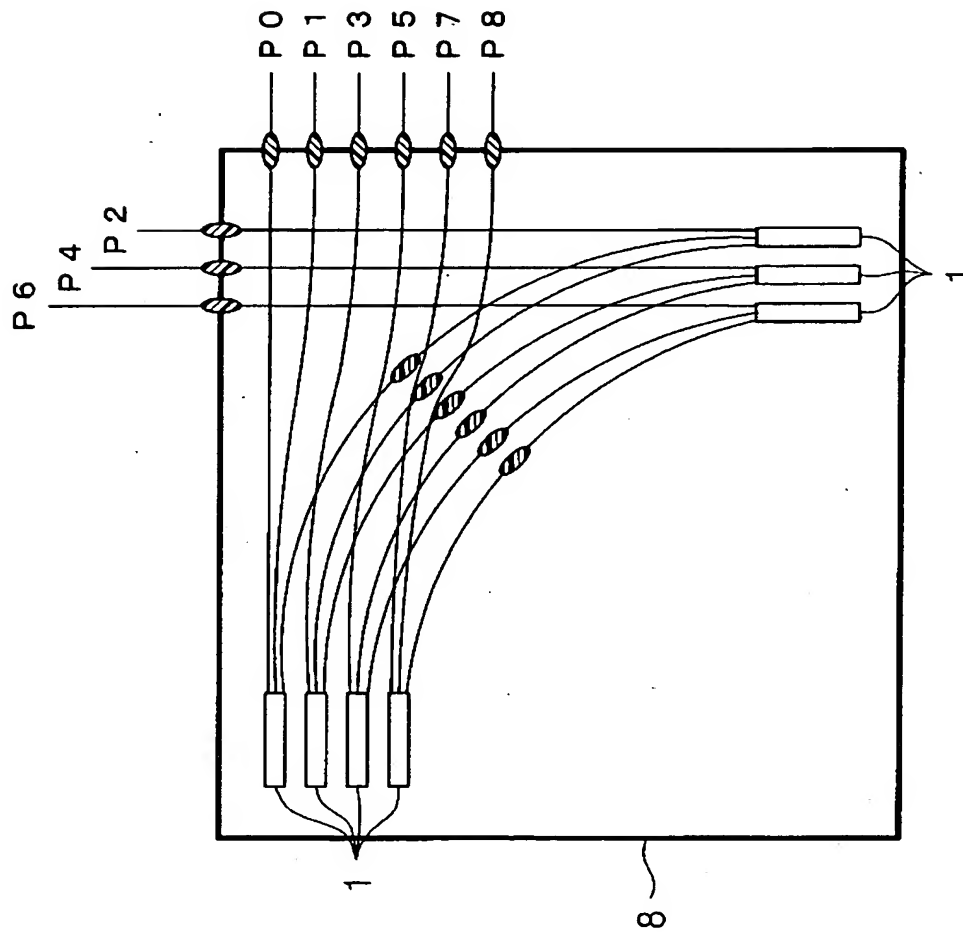
【図 2】



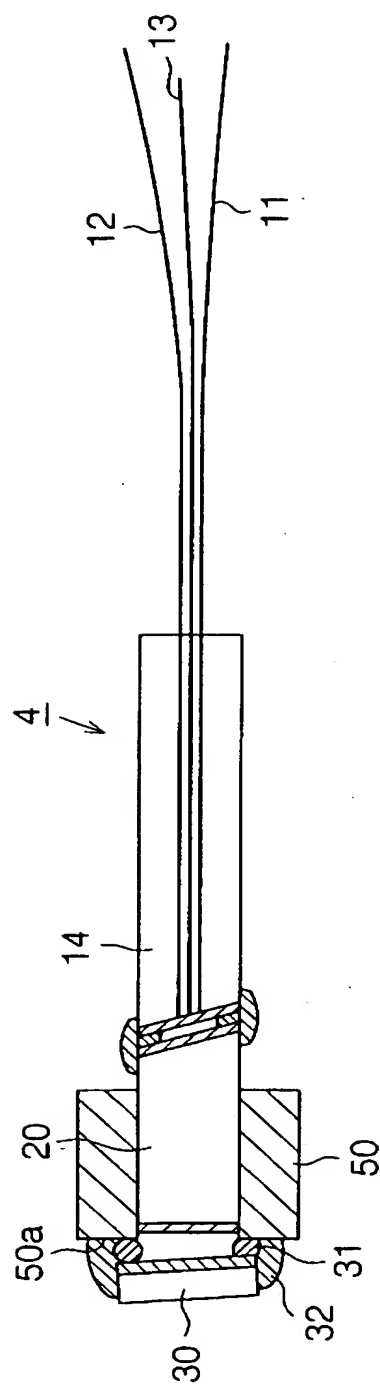
【図 3】



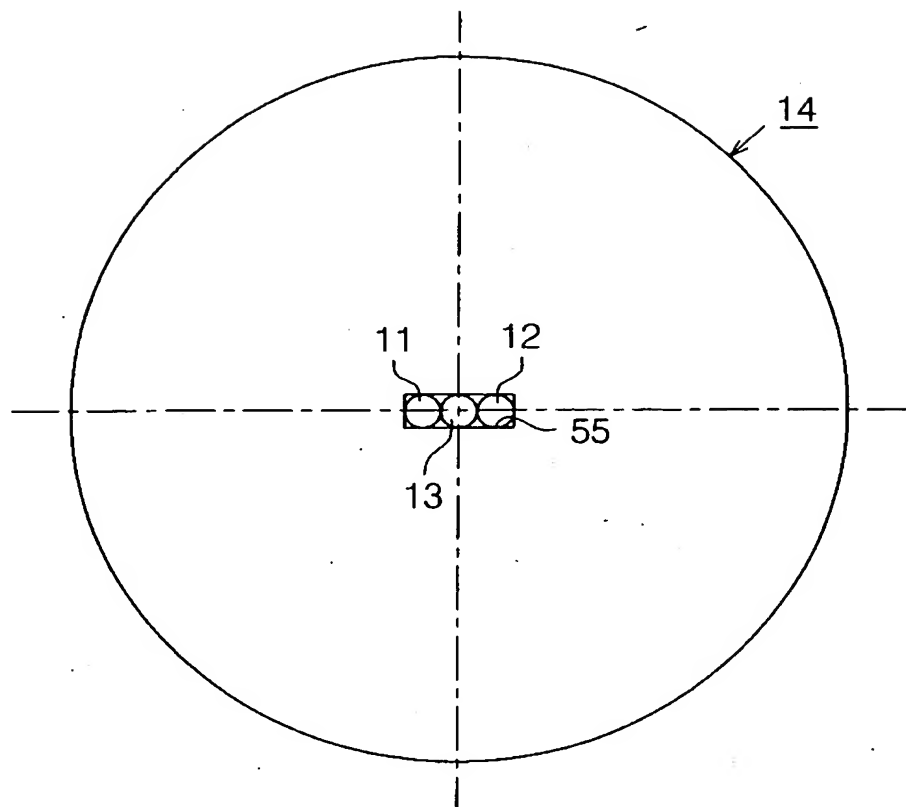
【図 4】



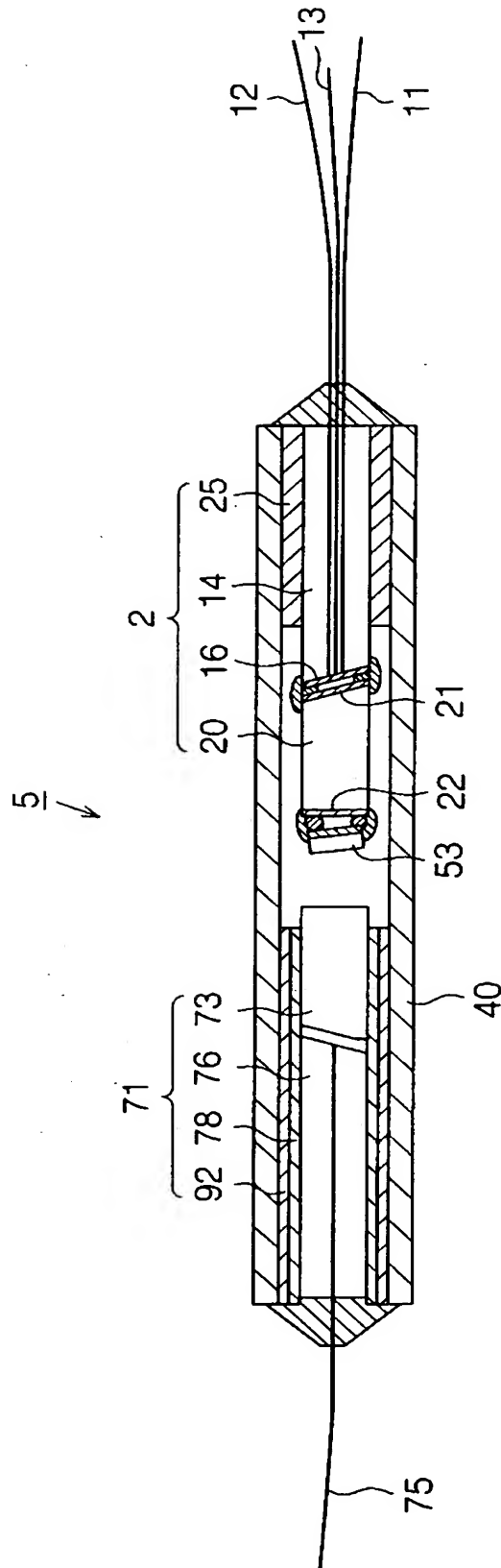
【図 5】



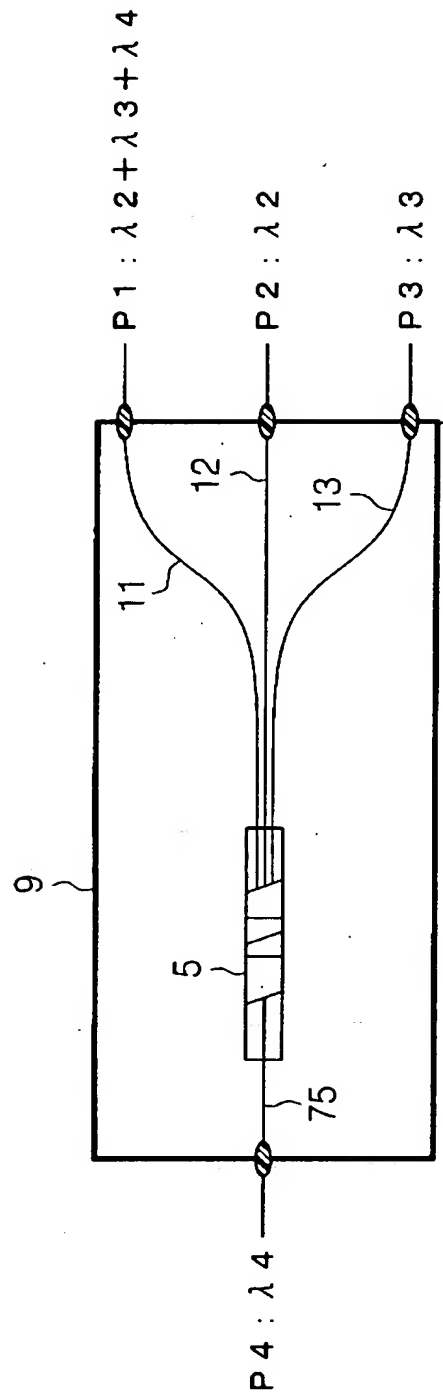
【図 6】



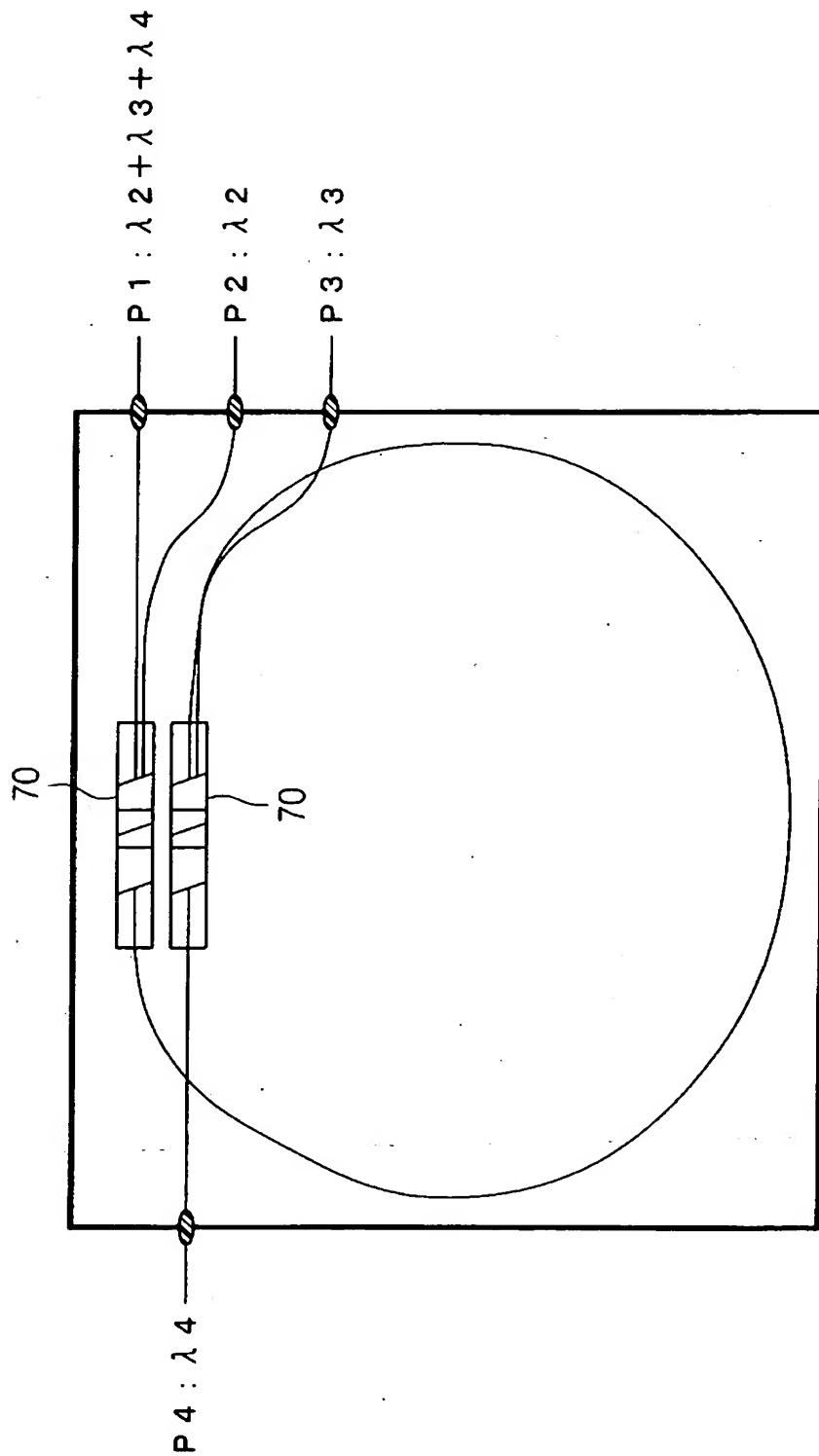
【図 7】



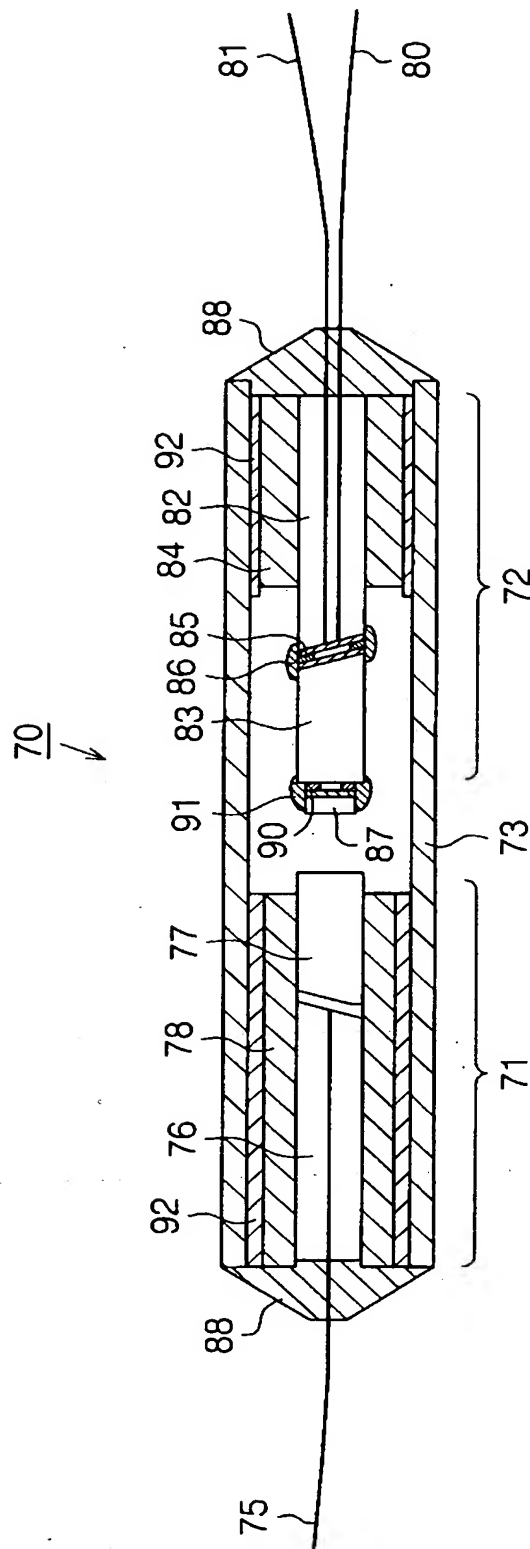
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 構成の簡略化および製造の容易化をはかり、小型で安価であり、かつ信頼性の高いフィルタモジュールを提供する。

【解決手段】 分波・合波モジュールとして構成される 3 ポートのファイバモジュールは、一方の端面に干渉膜フィルタ 22 が形成された 1 つの屈折率分布型ロッドレンズ 20 と、3 本の光ファイバ 11, 12, 13 を保持し、ロッドレンズ 20 と調芯されてロッドレンズ 20 の他方端に設置される光ファイバチップ 10 と、ロッドレンズ 20 と調芯されて干渉膜フィルタ 22 と対向して設けられるミラー 30 とを備えている。そして光ファイバ 11 は波長多重された光信号を、光ファイバ 12 は干渉膜フィルタ 22 で反射された波長帯域の光信号を、光ファイバ 13 は干渉膜フィルタ 22 を選択透過した後に前記ミラー 30 で反射される波長帯域の光信号を、各々入出力する。

【選択図】 図 1

特願 2002-295012

出願人履歴情報

識別番号

[000004008]

1. 変更年月日

2000年12月14日

[変更理由]

住所変更

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

氏 名

日本板硝子株式会社